



Experimental Study of Inflow Vitiating Effects on Dual-mode Combustor Characteristics

著者	野田 純司
学位授与機関	Tohoku University
学位授与番号	11301甲第15799号
URL	http://hdl.handle.net/10097/58649

氏 名	野 田 純 司
研究科, 専攻の名称	東北大学大学院工学研究科 (博士課程) 航空宇宙工学専攻
学 位 論 文 題 目	Experimental Study of Inflow Vitiation Effects on Dual-mode Combustor Characteristics (デュアルモード燃焼器特性におよぼす 気流組成変化の影響に関する研究)
論 文 審 査 委 員	主査 東北大学教授 浅井 圭介 東北大学教授 小林 秀昭 東北大学教授 丸田 薫 東北大学客員教授 富岡 定毅

要約

宇宙輸送機に空気吸込みエンジン技術を適用することで、機載酸化剤量を大幅に削減し、生じたシステム重量余裕をもって輸送機の再使用化を図る研究開発が進められている。極超音速での空気吸込みエンジン性能を評価するには、地上設備において飛行条件を模擬する必要があるが、その際の空気の加熱方法がエンジン性能等に影響を及ぼすことが知られてきた。本研究では、準一次元手法により、簡便かつ効率的な燃焼加熱の影響の補正方法を提案し、実験によりその有用性を示すことを目的としている。本論文はこれらの研究成果をまとめたものであり、全編6章からなる。

第1章は緒論であり、本研究の背景、目的および構成を述べている。

第2章では、本研究で用いた熱交換式加熱器および燃焼加熱器を有する試験設備と供試燃焼器および供試エンジンについて述べている。ここで熱交換式加熱器は、作動条件は限られるが飛行条件に近い気流を生み出せるもので、評価の基準となるものである。

第3章では、燃焼加熱時と熱交換加熱時の結果を結びつける気流パラメータの提案と検証を行っている。燃焼加熱気流時の燃焼器発生推力を、熱交換加熱気流での発生推力と一致させるための気流パラメータを提案し、飛行マッハ数5相当の条件での供試燃焼器実験結果を用いて精度を検定している。従来提案されていた全温と全エンタルピーに対して、新たに提案した圧力上昇パラメータを一致させることで、より発生推力が一致することを示している。一方で、同パラメータを一致させた条件でも、特に燃料噴射器の近傍では燃焼加熱の影響が残ることを指摘している。これらは、極超音速エンジンの地上実験における実用的な条件設定法を示した重要な成果である。

第4章では、燃焼加熱が燃焼器性能に及ぼす影響の予測精度の向上と、燃料噴射器近傍での現象が大きな影響を及ぼす燃焼モード変化の限界予測を目的とし、準一次元の予測手法を提案している。従来の一流管モデルに対して、本論文では空気-燃料-燃焼ガスからなる三流管のモデルを構築し、燃料-空気の混合効率分布についての実験式と、独自に見いだした燃焼ガス流管への規制条件のみを導入し、広い条件で適用可能な予測手法を確立している。供試燃焼器実験の結果を用いた同手法の精度検討の結果、燃焼モード変化限界と燃焼器推力性能の予測値は、絶対値では実験値と差異を持つものの、熱交換加熱時の値を燃焼加熱時の値で無次元化した場合、実験値との誤差はそれぞれ6%以内と2%以内となり、燃焼加熱時のデータを熱交換加熱時のデータに変換出来るという結果が得られている。これは、燃焼加熱風洞の使用が妥当であることと、この方法で測定された燃焼器データを実際の飛行条件に変換することが出来ることを示しており、極超音速エンジン試験技術の向上に資する重要な成果である。

第5章では、第4章に示した予測手法を、燃焼加熱時と熱交換加熱時の供試エンジン燃焼実験結果に適用し、手法の妥当性を検証している。まず燃料噴射方法の違いを予測手法に反映する為の手法を構築し、これを当てはめた流れ場を出発点とする三流管モデル計算を行っている。当該の飛行マッハ数6条件では燃焼モード変化を生じていないことからエンジン性能予測を取り上げ、精度検証を行っている。その結果、熱交換加熱時のエンジン性能を燃焼加熱時のエンジン性能で無次元化することで、予測値を実験値と比較して誤差6%以内に納めることが出来るという結果が得られている。これらの成果は、本論文で提案した手法が一般的な供試エンジン試験に適用出来ることを示しており、極超音速エンジン試験技術の向上に重要な成果である。

第6章は結論である。

以上要するに本論文は、燃焼加熱の影響を評価し、地上実験データを飛行条件へのデータ変換を行う手法を開発し、その有効性を示したものであり、航空宇宙工学および先進宇宙推進工学の発展に寄与するものである。